Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 14, No. 4, Oct- Nov 2018, p. 451-460

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 14، شماره 4، مهر - آبان 1397، ص. 460-451

بررسی اثر پودر کدوحلوایی و مالت بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی کیک اسفنجی

صفورا جلالی[1]- حسین جلالی[2]- سید حسین حسینی قابوس[3*]

تاریخ دریافت: 1395/09/19
تاریخ پذیرش: 1396/04/03

چکیده

کدوحلوایی یک منبع مناسب از کاروتن، ویتامین‌های محلول در آب و اسیدهای آمینه است. آرد کدوحلوایی دارای عطر و طعم و شیرینی بسیار مطلوب، رنگ زرد نارنجی- قرمز و مناسب جهت استفاده در فرمولاسیون مواد غذایی می‌باشد. در این مطالعه اثر جایگزین کردن پودر کدوحلوایی و مالت جو به اندازه مساوی در چهار سطح 0، 10 ، 20 و 30 درصد با آرد گندم بر خواص فیزیکوشیمیایی و ویژگی‌های حسی کیک اسفنجی مانند pH، چربی، پروتئین، رطوبت، خاکستر، فیبر، بتاکاروتن، عناصر معدنی، کربوهیدرات، بافت‌سنجی و رنگ مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که تیمارهای حاصل در چربی، پروتئین و PH اختلاف معنی‌داری نداشتند ($P>0/05$). اما نتایج آزمون‌های رطوبت، فیبر، بتاکاروتن، خاکستر، کلسیم، آهن و کربوهیدرات اختلاف معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد نشان داد ($P<0/05$). با افزایش جایگزینی پودر کدوحلوایی و مالت رطوبت، خاکستر و آهن کیک‌ها افزایش یافت اما مقدار کربوهیدرات و کلسیم نمونه‌ها کاهش یافت. مقدار فیبر کیک‌ها در محدوده 1/13-0/28 درصد به‌دست آمد. با افزایش جایگزینی پودر کدوحلوایی و مالت میزان قرمزی (a^*) و زردی (b^*) کیک‌ها افزایش یافت ولی مقدار روشنایی (L^*) کاهش یافت. همچنین ملاحظه شد که افزودن پودر کدوحلوایی و مالت جو به آرد باعث نرمی بافت کیک اسفنجی تولیدی گردید. بتاکاروتن کیک‌ها در محدوده 1/98-0/40 میلی‌گرم در 100 گرم بود. مقدار کلسیم و آهن کیک‌ها به‌ترتیب در محدوده 700-500 میلی‌گرم در 100 گرم و 59/70-40/75 میلی‌گرم در 100 گرم به‌دست آمد. در نهایت نتایج ارزیابی حسی تیمارها نشان داد که کیک اسفنجی تولیدی با 10 درصد پودر کدوحلوایی و مالت جو به‌عنوان بهترین فرمولاسیون کیک می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی حسی، بافت، بتاکاروتن، رنگ، خصوصیات فیزیکوشیمیایی.

مقدمه

کیک نوعی شیرینی با بافت نرم و مخصوص است که مواد اصلی آن آرد، روغن، شکر و تخم‌مرغ بوده و به دلیل داشتن مواد مغذی به‌عنوان میان وعده غذایی طرفداران زیادی دارد (Owens, 2001). تغییر و دستکاری مواد اولیه جهت بهبود کیفیت و افزایش زمان ماندگاری فرآورده‌های غذایی، ابزاری نیرومند در دستان تولیدکنندگان می‌باشند و تاکنون مطالعات بسیاری در زمینه اصلاح و تغییر ترکیبات تشکیل‌دهنده کیک صورت گرفته است. با توجه به مطالعات انجام شده، به‌نظر می رسد که بتوان از آرد کدو حلوایی و مالت جهت افزایش ارزش تغذیه‌ای و خصوصیات تکنولوژیکی و حسی کیک استفاده نمود.

کدوحلوایی به جنس *Cucurbita* از خانواده *Cucurbitaceae* تعلق دارد که در تمام کشورهای گرمسیری استوایی و نزدیک استوا رشد می‌کنند و بر اساس بافت و شکل ساقه‌اش به *C.pepo, C.moschata, C.maxima, C.mixta* گروه‌بندی می‌شوند (Hosseini Ghaboos *et al*., 2016). در بافت تازه این میوه مقدار کل کاروتنوئیدها (یک فاکتور مشخص عمده در ارزش تغذیه‌ای بالای کدوحلوایی) 2 تا 10 میلی‌گرم در صد گرم، مقدار ویتامین ث 9 الی 10 میلی‌گرم در صد گرم می‌باشد که به‌ترتیب نقش عمده‌ای در تغذیه به‌عنوان پیش‌ساز ویتامین A وآنتی‌اکسیدانی دارند (Doymaz, 2007; El-Demery, 2011; Provesi *et al*., 2011; Terazawa *et al*., 2001).

جو نیز با نام علمی *Hordeum vulgar* یکی از قدیمی‌ترین غلات محسوب می‌شود که مقام چهارم را از نظر تولید جهانی بعد از

1 و 2- به‌ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان.
3- استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد آزادشهر، دانشگاه آزاداسلامی، آزادشهر.
(*مسئول مکاتبات: Email: Hosseinighaboos@yahoo.com)
DOI: 10.22067/ifstrj.v1396i0.60891

گندم، برنج و ذرت دارا است. جو از نظر میزان ویتامین‌های گروه B و پروتئین از گندم غنی‌تر است. از نظر میزان ویتامین‌ها جوانه جو از پودر مالت غنی‌تر است اما از نظر رنگ، عطر، طعم و فعالیت‌های آنزیمی پودر مالت غنی‌تر است این فعالیت‌های آنزیمی به هضم بهتر مواد غذایی در دستگاه گوارش کمک می‌کند و کیفیت غذایی، عطر و طعم تمام فرآورده‌هایی که در روند تولیدشان از پودر مالت استفاده شده بهتر از سایر فرآورده‌هاست (Mäkinen and Arendt, 2012).

در تحقیقی پیرامون اثر افزودن مالت بر خصوصیات خمیر و نان گزارش شده است که افزودن مالت جو به خمیر می‌تواند باعث افزایش حجم آن شود. خصوصیات رئولوژیکی نمونه‌های حاوی مالت جو نیز نسبت به سایر نمونه‌ها مقادیر بهتری داشتند (Michalska *et al*., 2008; Somoza *et al*., 2005).

از پودر کدوحلوایی خشک شده در هوای داغ (65 به مدت 8 ساعت) به‌عنوان یکی از اجزای محصولات نانوایی استفاده شده است. سطوح اضافه شده پودر به‌عنوان جایگزین آرد گندم در فرمولاسیون فرآورده‌های غلات نشان داد که 20درصد جایگزینی پودر کدوحلوایی برای کیک کره‌ای و چیفون به لحاظ ویژگی‌های حسی و خصوصیات فیزیکوشیمیایی بهینه بود در حالی که فقط 10درصد جایگزینی آن برای نان ساندویچی، نان شیرینی و کوکی قابل پذیرش بود (Pongjanta *et al*., 2006). در پژوهشی نوعی کیک تخمیر شده با اسید لاکتیک با مخلوط آرد کدوحلوایی خشک شده با آون معمولی به نسبت‌های ۱۰،۲۰و30درصد تهیه شد. نتایج پژوهش نشان داد که افزودن آرد کدو حلوایی موجب افزایش سه برابری پروتئین و دو برابری فیبر گردید و همچنین مقدار بتاکاروتن کیک تولیدی 84 درصد در مقایسه با کیک استاندار افزایش یافت (Ravi *et al*., 2010).

با توجه به طعم مطلوب، رنگ مناسب، شیرینی و ویژگی‌های سلامتی‌بخش کدوحلوایی و مالت جو، امکان استفاده از این محصولات به‌عنوان یک افزودنی در تولید کیک اسفنجی وجود دارد. لذا هدف از مطالعه حاضر بررسی خصوصیات کیک اسفنجی تولید شده حاوی پودر کدوحلوایی و مالت جو (به اندازه مساوی و در چهار سطح صفر، 10 ، 20 و 30 درصد) و بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی محصول تهیه شده، می باشد.

مواد و روش‌ها

ابتدا گوشت کدوحلوایی به قطعات کوچک با ضخامت 5 میلی‌متر بریده شده و سپس با هوای داغ با سرعت جریان هوا 1متر برثانیه در دمای 65 درجه سلسیوس به مدت 8 ساعت تا رطوبت 10 درصد خشک گردید. در مرحله بعد از هر یک نمونه‌های خشک شده به کمک آسیاب (پارس خزر، ایران) و با عبور از الک با مش 85 پودر تهیه شد. پودر کدو حلوایی تهیه شده از هر مرحله خشک شدن درون کیسه‌های پلاستیکی جهت جلوگیری از تبادل رطوبت، بسته‌بندی شده و تا انجام آزمایشات کیفی و تهیه کیک غنی شده در محل تاریک و خنک نگهداری شد. سپس ویژگی‌های آرد کدو حلوایی شامل رطوبت، پروتئین، چربی، کربوهیدرات، فیبر، خام، خاکستر، pH، آهن، کلسیم، بتاکاروتن ویتامین A اندازه‌گیری گردید (Alibas, 2007; Ashwini Sopan *et al*., 2014; Lee *et al*., 2002; Pongjanta *et al*., 2006; Saeleaw and Schleining, 2011).

به‌منظور تولید مالت، پس از تمیز کردن دانه‌های جو به مدت 48 ساعت تا حصول رطوبت 44-43درصد در آب خیسانده شد. پس از این مرحله و به‌منظور جوانه‌زنی، جوها در بستر جوانه‌زنی فلزی و مکعبی شکل پهن گردیده و در انکوباتور یخچالدار در دمای 18-17 درجه سانتی‌گراد به مدت 7-5 روز قرارداده شدند. زمانی که طول اکروسپایر به 0/9 – 0/8 طول دانه رسید مالت سبز تولید شده در هوای داغ و در دمای 50-40 درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به رطوبت 6 درصد خشک میگردند و پس از جداسازی ریشه چه مالت خشک شده آسیاب شده و یا از الک با مش 85 پودر آن تهیه و سپس ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آرد مالت جو شامل رطوبت، پروتئین، چربی، کربوهیدرات، فیبر خام، خاکستر اندازه‌گیری شد (Hosseini, 2006; Mäkinen and Arendt, 2012).

مواد اولیه مورد نیاز جهت تهیه کیک شامل روغن، شکر، تخم‌مرغ، آرد سفید، بیکینگ پودر، پودرآب پنیر، وانیل و شیرخشک از یکی از فروشگاه‌های مواد غذایی شهر گرگان خریداری شد. مواد شیمیایی مورد استفاده نیز همه در گرید آزمایشگاهی بوده و از شرکت مرک آلمان خریداری شدند.

تولید نمونه‌های کیک

در این تحقیق برای تهیه کیک اسفنجی فراسودمند از مخلوط آرد کدو حلوایی و آرد مالت جو به اندازه مساوی و به‌عنوان جایگزین آرد گندم تصفیه شده به نسبت‌های (100:00 ،90:10 ، 80:20 و 70:30) استفاده شد. در این مرحله تولید کیک اسفنجی با استفاده از روش شکر– خمیر و براساس جدول 1 تهیه گردید. ابتدا روغن و شکر تا تولید یک رنگ کرم روشن، به مدت 10 دقیقه با هم مخلوط شده (پارس خزر، ایران) شد. سپس تخم‌مرغ‌ها را به مدت 4 دقیقه و در 5-4 مرحله به مخلوط افزوده و هم می‌زنیم در انتها همه مواد پودری شامل آرد بیکینگ پودر، شیر خشک، وانیل و پودر آب پنیر با هم الک شده و به مخلوط اضافه خواهد شد و هم زدن تا زمانی که آرد در مخلوط حل شود ادامه می‌یابد تا خمیر به‌صورت صاف شد. سپس مقدار 40 گرم از خمیر آماده شده را بلافاصله در قالب‌های کیک کاغذ روغنی به ابعاد 8 ×5 ×4 سانتی‌متر ریخته و پس از پخت نمونه‌ها، در فر (نود کالا، ایران) با دمای 200-180 درجه سیلسیوس و به مدت

20-25 دقیقه کیک‌ها از فر خارج و به مدت 40 دقیقه در دمای محیط خنک شد. نمونه‌ها در داخل کیسه‌های پلی‌اتیلنی با درزبندی حرارتی بسته‌بندی شده و در دمای اتاق تا انجام آنالیزهای بعدی نگهداری شد (Salehi *et al.*, 2016).

جدول 1- فرمولاسیون کیک اسفنجی

گرم	مواد اولیه
100	آرد
72	تخم مرغ
72	شکر
57	روغن
2	شیر خشک
1/34	بیکینگ پودر
0/5	وانیل
4	پودر آب پنیر
25	آب

آزمون‌ها

پس از تولید نمونه‌های کیک، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی کیک اسفنجی فراسودمند تهیه شده با مخلوط آرد کدو حلوایی و آرد مالت جو شامل (رطوبت، پروتئین، چربی، کربوهیدرات، خاکستر pH، آهن، کلسیم، فیبر، ویتامین A و خصوصیات حسی محصول مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت (Hosseini, 2006).

بتاکاروتن

5 گرم از نمونه را در 10 تا 15 میلی‌لیتر استون به کمک دسته هاون خردکرده و مقدار کمی کریستال سولفات سدیم بدون آب به آن اضافه خواهد شد. مایع رویی را به درون بشر ریخته و این فرایند دو بار تکرار می‌گردد؛ و مایع رویی جمع‌آوری‌شده به یک قیف جداکننده منتقل و سپس 15-10 میلی‌لیتر پترولیوم اتر اضافه و به‌خوبی مخلوط می‌گردد و دو لایه پس از پایدار شدن جدا می‌شود، لایه پایین دور ریخته شده و لایه رویی در یک فلاکس حجمی 100 میلی‌لیتری جمع‌آوری و حجم آن با پترولیوم اتر به 100 میلی‌لیتر رسانده می‌شود؛ و جذب نوری آن در 452 نانومتر با استفاده از پترولیوم اتر به‌عنوان شاهد (بلانک) ثبت خواهد شد و مقدار بتا کاروتن بر حسب میلی‌گرم در 100 گرم مطابق فرمول زیر محاسبه می‌گردد (Hosseini Ghaboos *et al.*, 2016):

$$\text{کاروتن}\ \beta = \frac{OD_{\text{نمونه}} \times 13.9 \times 10^4 \times 100}{\text{وزن نمونه} \times 560 \times 1000} \qquad (1)$$

بافت‌سنجی

به‌منظور تاثیر درصدهای مختلف آرد کدوحلوایی و آرد مالت جو بر سفتی نمونه‌ها بافت کیک در روزهای اول، هفتم و چهاردهم پس از پخت توسط دستگاه بافت سنج (TA.XTPLUS، استیل میکروسیستم، انگلستان) مورد ارزیابی قرار گرفت. سفتی دستگاهی بافت کیک به‌عنوان بیشترین مقاومت در مقابل تغییر شکل بافت درنظر گرفته شد. به این منظور میزان سفتی بافت نمونه‌های کیک با استفاده از دستگاه بافت‌سنج اندازه‌گیری گردید. برای انجام آزمون مقاومت به فشردگی، قطعه مکعبی 2/5 سانتی‌متر از بافت مغز کیک بدون پوسته جدا شده و پروب به قطر 10 سانتی‌متر به اندازه یک سانتی‌متر، 40 درصد از بافت را فشرده شد. سرعت قبل و هنگام آزمون یک میلی‌متر بر ثانیه و پس از آزمون 10 میلی‌متر بر ثانیه بود. بیشترین نیروی وارد شده به نمونه در پایان عمل فشردن بر حسب نیوتن ثبت و گزارش گردید (Salehi *et al.*, 2016).

ارزیابی حسی

جهت ارزیابی حسی نمونه‌های کیک از روش هدونیک 5 نقطه‌ای استفاده شد. پس از آموزش‌های مقدماتی در مورد آزمون حسی، تعداد 16 نفر (مرد و زن سنین 26 -24 سال) به‌عنوان ارزیاب انتخاب شدند. در این مرحله به هر ارزیاب یک نمونه کدگذاری شده به همراه یک لیوان آب و یک فرم امتیازدهی داده شد. داورها تمام نمونه‌ها را به‌صورت تصادفی ارزیابی کرده و بین هر نمونه آب نوشیده شد. جهت آنالیز نظر داوران از روش آزمون دو جمله‌ای در نرم‌افزار SPSS استفاده شد. به این صورت که از پنج نظر خیلی بد، بد، متوسط، خوب و خیلی خوب، عدد 3 به‌عنوان نقطه میانی در نظر گرفته شد و نظراتی که در محدوده کوچک‌تر مساوی 3 قرار گرفتند از نظر آماری به‌عنوان ناراضی و نظرات در محدوده بزرگتر از 3 به‌عنوان راضی در ارزیابی حسی، ارزیابی و امتیازدهی شدند. به این ترتیب فاکتورهای تاثیرگذار کیک شامل بافت عطر و طعم و پذیرش کلی مورد ارزیابی قرار گرفتند (Vasantha Rupasinghe *et al.*, 2009).

رنگ

ویژگی‌های رنگی نمونه‌های کیک با استفاده از دستگاه اسکنر (اچ پی 3110) در شرایط ثابت مورد بررسی قرار گرفت. آنالیز عکس‌ها نیز با استفاده از نرم‌افزار ImageJ انجام شد. از هرکدام از نمونه‌های اسنک به‌صورت جداگانه عکس گرفته شد. عکس‌های گرفته‌شده با فرمت Jpg ذخیره شدند. پس از جداسازی عکس‌ها با استفاده از پلاگین[1] color space converter از مدل RGB به Lab تبدیل شدند. در مرحله بعد پارامترهای L، a و b به‌صورت جداگانه از هر قسمت به‌دست آمد، به‌طوری‌که L بیانگر روشنی نمونه در محدوده صفر (سیاه مطلق) تا 100 (سفید مطلق)، a بیانگر محدوده 120+

1 Plugin

(قرمز مطلق) تا 120- (سبز مطلق) و b بیـانگر محـدوده 120+ (زرد مطلق) تا 120- (آبی مطلق) اسـت (Salehi and Kashaninejad, 2014).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

تمامی مراحل و آزمایشات انجام شـده در ایـن پـژوهش در سـه تکرار انجام شد. نتایج آزمایشات با استفاده از طـرح کـاملاً تصـادفی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. میانگین تیمارها نیز با روش دانکن در سطح اطمینان 95درصد مقایسه گردیدند. جهت تجزیه و وتحلیـل داده‌ها در این مرحله از نرم‌افزار SPSS19 استفاده شد و بـرای رسـم شکل‌ها از نرم‌افزار Excel 2010 استفاده شد.

نتایج و بحث

در جدول 2 ویژگی‌های شیمیایی نمونه‌های کیک شـامل درصـد رطوبت، چربی، پروتئین، کربوهیدرات و درصد بتاکـاروتن نشـان داده شده است. افزودن آرد کدو حلوایی و مالت جـو تـاثیر معنـی‌داری بـر میـزان چربـی، پـروتئین و pH کیـک‌هـای اسـفنجی نداشـته اسـت ($P>0.05$).

بالاترین میزان رطوبت همانطور که در جدول 2 نشان داده شـده است مربوط به کیک حاوی 30 درصـد کـدوحلوایی و پـودر مالـت و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار شاهد می‌باشـد. محققـان نیـز هـم راستا با پژوهش حاضر افزایش میزان رطوبت را در اثر افـزودن پـودر کدوحلوایی بر نان تست را گزارش کـرده‌انـد (Yee and Hamzah, 2012). با افزایش درصد جایگزینی پودر کدوحلوایی و مالت جو مقدار خاکستر نمونه‌ها به‌طور معنی‌داری در سطح 5 درصد افزایش یافت. در مطالعه دیگر که بر روی خواص فیزیکوشیمیایی کیک کدو انجام شد. محققان عنوان کردند که با افزایش درصد پـودر کـدوحلوایی میـزان خاکستر نمونه‌ها افزایش می‌یابد (Bhat and Bhat, 2013).

بالاترین میزان کربوهیدرات نیز مربوط به تیمار شاهد و کمترین مقدار آن مربوط به کیک 30 درصد می‌باشد. علت اصلی بـالا بـودن کربوهیدرات مربوط به آرد گندم اسـت در حقیقـت آرد عامـل اصـلی کربوهیدرات کیک است و جایگزین شدن آن توسط پودر کدو و مالت جو باعث کاهش کربوهیـدرات مـی‌گـردد و همچنـین وجـود فیبـر و خاکستر بیشتر در تیمارهای با درصد پودر کـدوحلوایی بـالاتر باعـث کاهش کربوهیدرات می‌گردد.

بالاترین میزان کلسیم مربوط به کیک شاهد و کمترین مقدار آن مربوط تیمار 20 درصد و 30 درصد بود. با توجه به نتـایج حاصـله از شکل شماره 2 با افزایش درصد جایگزینی پودر کدوحلوایی و مالت جو مقدار کلسیم نمونه‌ها کاهش یافت. نتایج تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین تیمار 20 و 30 درصـد وجـود نداشـت ($P>0.05$). نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج مطالعه بر روی ارزیابی خصوصیات فیزیکوشیمیایی نان تست غنی شده با پودر کـدو نتیجـه عکس دارد. این محققین نشان دادند که با افزایش پودر کـدوحلوایی میزان کلسیم تیمارها افزایش یافت (Yee and Hamzah, 2012).

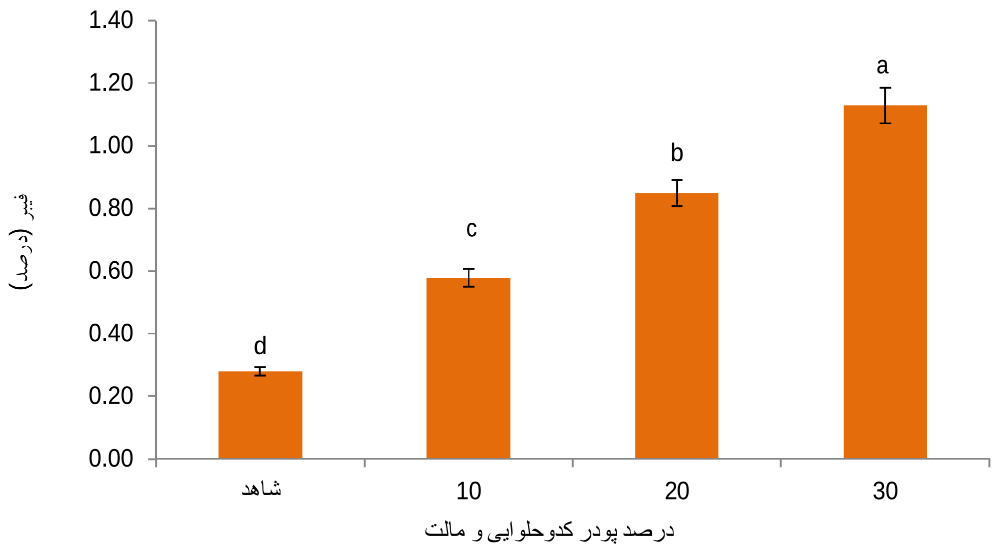
بالاترین میزان آهن مربوط به کیک 30 درصد و کمترین مقـدار آن مربـوط تیمـار شـاهد بـود. بـا افـزایش درصـد جـایگزینی پـودر کدوحلوایی و مالت جو مقدار آهن نمونه‌ها به‌طور معنی‌داری در سطح آماری 5 درصد افزایش یافت. نتایج حاصل از این تحقیـق بـا نتـایج تحقیق انجام گرفته بر روی ارزیابی خصوصیات فیزیکوشیمیایی نـان تست غنی شده با پودر کدو مطابقت داشت. این محققین نشان دادند که با افزایش پودر کدوحلوایی میزان آهن تیمارها افزایش یافت (Yee and Hamzah, 2012).

جدول 2- نتایج آنالیز ترکیبات شیمیایی کیک اسفنجی

ترکیبات	صفر	10 درصد	20 درصد	30 درصد
رطوبت (درصد)	15/96 [a]	17/34 [b]	18/09 [c]	19/17 [d]
چربی (درصد)	27/23 [a]	26.53 [a]	25/56 [a]	24/34 [a]
خاکستر (درصد)	0/90 [a]	0.94 [b]	1/22 [c]	1/49 [d]
پروتئین (درصد)	8/75 [a]	8.53 [a]	8/52 [a]	8/40 [a]
کربوهیدرات (درصد)	47/17 [a]	46.66 [b]	46/61 [b]	46/61 [b]
pH	6/83 [a]	6.85 [a]	6/55 [a]	6/61 [a]
کلسیم (mg/100 gr)	700 [a]	600 [b]	500 [c]	500[c]
آهن (mg/100 gr)	40/75 [d]	49.40 [c]	52/65 [b]	59/70 [a]

افزودن پودر کدوحلوایی و مالت به فرمولاسیون کیک اسـفنجی، منجر به افزایش فیبر در محصول نهایی شد. همانطور که در شکل 1 ملاحظه می‌شود میزان فیبـر موجـود در نمونـه هـای تولیـدی بـین 1/13 – 0/28 درصد بود که بالاترین میزان فیبر در کیک حاوی 30 درصد پودر کدوحلوایی و مالت و کمترین مقدار آن مربوط بـه تیمـار شاهد مشاهده گردید. افزایش میزان فیبر در تیمارها باعث بالا رفـتن

میزان رطوبت برطبق جدول 1 می‌شود. همچنین بر روی نرمی بافت موثر است.

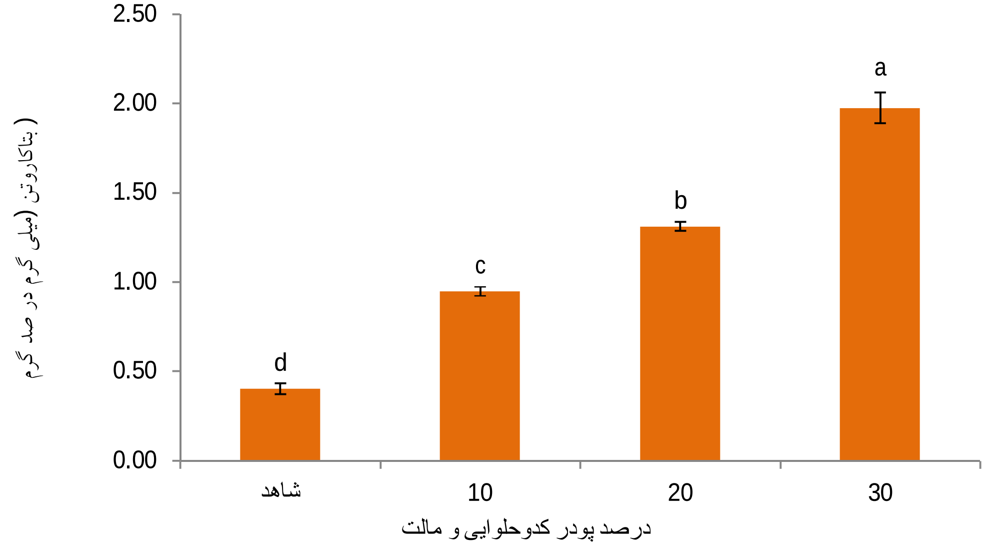


شکل 1- مقدار فیبر در نمونه‌های مختلف کیک حاوی پودر کدوحلوایی و مالت جو.

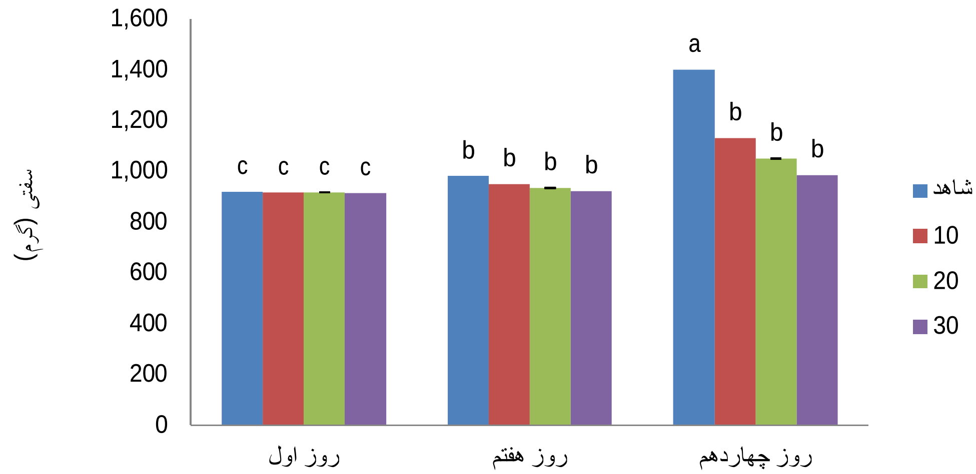
با توجه به شکل 2، بالاترین میزان بتاکاروتن مربوط به کیک 30درصد و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار شاهد بود. با افزایش درصد جایگزینی پودر کوحلوایی و مالت جو مقدار بتاکاروتن نمونه‌ها به‌طور معنی‌داری در سطح 5 درصد افزایش یافت. محققان، غنی‌سازی ماکارونی‌های سرخ شده آسیابی با استفاده از پودر کدوحلوایی درسطوح 2/5، 5 و 10درصد را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که افزودن سطوح بالاتری از پودر کدوحلوایی سبب افزایش محتوای بتاکاروتن در ماکارونی‌ها گردید. در پژوهش حاضر نیز با افزایش نسبت پودر کدوحلوایی به آرد گندم کیک اسفنجی تولیدی رنگ زردتر و مقدار بتاکاروتن بیشتری داشت که با نتایج تحقیقات فوق همخوانی دارد. در پژوهش ملاحظه شد که در اثر افزایش مقدار پودر کدوحلوایی و مالت جو در فرمولاسیون کیک اسفنجی تولیدی علاوه بر افزایش رطوبت و فیبر، مقدار بتاکاروتن نیز افزایش یافت که این موضوع می‌تواند اهمیت استفاده از پودر کدوحلوایی و مالت جو را در فرمولاسیون کیک نشان دهد.

نتایج بافت‌سنجی کیک‌های اسفنجی محتوی پودر کدوحلوایی و مالت در شکل 3 ارائه شده است. نتایج حاصل از آزمون سفتی نشان دادند که تمامی کیک‌ها در طی زمان (هفت و چهارده روز) سفت‌تر شده ولی نمونه‌های غنی شده در مقایسه با تیمار شاهد نرمی خود را بیشتر حفظ کرده‌اند که به دلیل وجود رطوبت بالاتر نسبت به کیک شاهد می‌باشد. به‌نظر می‌رسد افزایش سفتی به دلیل از دست دادن رطوبت است که باعث می‌شود ساختمان کیک در اثر خروج رطوبت فشرده‌تر شده و ساختمان کیک در برابر پروب دستگاه بافت‌سنج مقاومت داشته باشد. افزون پودر خمیر کدوحلوایی و هویج در سطوح 10، 15، 20 و 25 درصد به کلوچه سرعت پخش‌پذیری را کاهش اما سختی شکستن کلوچه‌ها را 1/5 تا 2 برابر نسبت به نمونه شاهد افزایش داد. اثر جایگزینی آرد گندم با پودر کدو حلوایی در سطوح 2/5 ، 5 و 7/5 و 10درصد روی بافت و کیفیت حسی بیسکوئیت توسط محققان دیگر ارزیابی شد نتایج بیان نمودند که با افزایش درصد پودر کدوحلوایی از صفر تا 10درصد میزان سختی و شکنندگی بیسکوئیت‌ها افزایش یافت بیسکوئیت حاوی 2/5درصد پودر دارای بالاترین پذیرش نسبت به سایر نمونه‌ها بوده است که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

نتایج حاصل از ارزیابی حسی نشان داد که در سطوح مختلف با افزایش میزان پودر کدوحلوایی، اختلاف معنادار دیده می‌شود. به‌طوری که نمونه شاهد پایین‌ترین امتیاز را از نظر مصرف‌کنندگان کسب کرد. به‌نظر می‌رسد سفتی بافت در سطوح 30درصد از پودر کدوحلوایی و مالت نیز طعم نامطلوب ایجاد نموده است. از نظر ارزیاب‌ها بهترین نمونه، نمونه حاوی 10 درصد کدوحلوایی بود



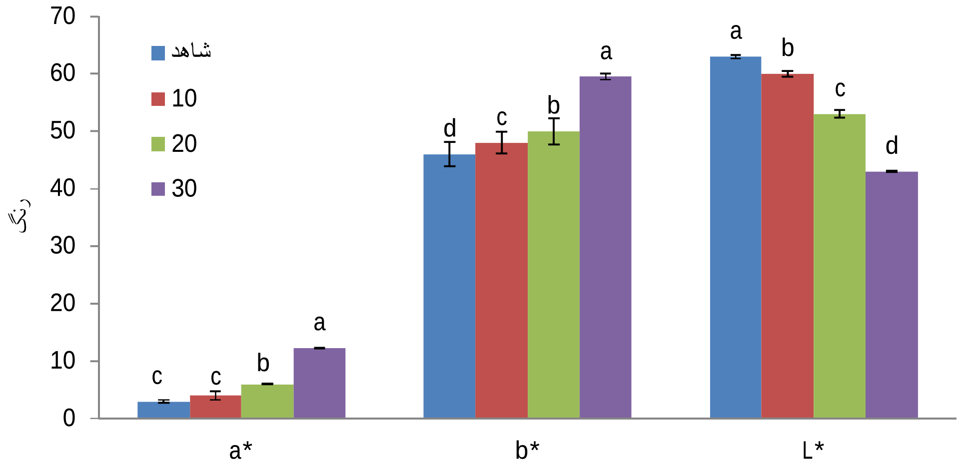
شکل 2- مقدار بتاکاروتن در نمونه‌های مختلف کیک حاوی پودر کدوحلوایی و مالت جو.



شکل 3- مقدار سفتی در نمونه‌های مختلف کیک حاوی پودرکدوحلوایی و مالت جو.

فاکتورهای رنگی نمونه های کیک در شکل 4 نشان داده شده است. همانطور که در شکل ملاحظه می‌گردد مشخصه قرمزی (a^*) و مشخصه زردی (b^*) تیمارها به‌طور معنی‌داری در سطح آماری 5 درصد افزایش یافت ولی مشخصه روشنایی (L^*) تیمارها کاهش یافته است. با توجه به شکل بالاترین میزان زردی و قرمزی مربوط به کیک 30 درصد و کمترین مربوط به تیمار شاهد بود. افزایش میزان پودر کدوحلوایی به دلیل دارا بودن بتاکاروتن، بر رنگ کیک موثر بوده و زردی و قرمزی کیک را افزایش می‌دهد. بالاترین میزان روشنایی مربوط به تیمار شاهد و کمترین آن مربوط به کیک 30 درصد است. با افزایش دمای خمیر پوسته کیک رطوبت خود را از دست می‌دهد و در دماهای بالاتر در اثر واکنش میان قندها و پروتئین‌ها (واکنش میلارد) رنگ پوسته به تدریج قهوه‌ای طلایی می‌گردد و همچنین با توجه به دمای بالای فرآیند کیک که در حدود (175 درجه سلسیوس) می‌تواند واکنش کاراملیزاسیون قندها اتفاق افتاده باشد. عوامل مختلفی بر رنگ کیک موثر می‌باشند که می‌توان به رطوبت پوسته کیک، شدت واکنش‌های میلارد و وجود ترکیبات رنگی در فورمولاسیون کیک

اشاره نمود. این در حالی است که ترکیبات موجود در فرمولاسیون کیک عمدتاً بر رنگ مغز کیک موثر می‌باشد. در این تحقیق تفاوت در رنگ کیک می‌تواند به دلیل اختلاف در رطوبت کیک و نیز میزان انبساط کیک باشد (تفاوت در حجم کیک). پژوهشگرانی که از پودر کدوحلوایی در فرمولاسیون غذایی مختلف استفاده کرده‌اند نیز نتایج مشابهی را گزارش نموده‌اند (Bhat and Bhat, 2013; Kulaitiene *et al.*, 2014; Rakcejeva *et al.*, 2011; Yee and Hamzah, 2012).



شکل 4- فاکتورهای رنگی در نمونه های مختلف کیک حاوی پودرکدوحلوایی و مالت جو.

نتیجه‌گیری

قرار دادن مواد غذایی غنی از بتاکاروتن ازجمله کدوحلوایی در رژیم غذایی انسان یک روش مقرون به صرفه برای رفع مشکلات سلامتی مرتبط با ویتامین A در نظر گرفته می‌شود. پودر مالت دارای تمام ویتامین‌های گروه B، آهن، روی، کلسیم، منیزیم، فسفر و اسیدآمینه است. در مجموع جو نسبت به گندم از ارزش تغذیه‌ای و خواص بالاتری برخوردار است. در این تحقیق پس از افزودن پودر کدوحلوایی و مالت جو در سطوح مختلف تعیین شده و مطابق تیمارهای طراحی شده توسط روش دانکن در سطح 95درصد مقایسه گردید ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی و حسی نمونه‌های کیک تولیدی به‌منظور تعیین فرمولاسیون بهینه بررسی شد. نتایج نشان داد که با افزودن میزان پودر کدوحلوایی، به دلیل افزایش میزان رطوبت، بتاکاروتن، خاکستر دو عناصر معدنی مانند آهن کلسیم ویژگی‌های فیزیکی نمونه‌ها تغییر یافت. با افزایش درصد جایگزینی به دلیل افزایش درصد بتاکاروتن نمونه‌ها، مشخصه قرمزی (a^*) و زردی (b^*) کیک‌ها افزایش یافت ولی مشخصه روشنایی (L^*) تیمارها کاهش یافت. به‌منظور تولید محصولی فراسودمند با استفاده از ویژگی‌های بررسی شده و حدود تعیین شده، نتایج نشان داد که 10 درصد پودر کدوحاوایی و مالت جو، ترکیب مناسبی برای غنی‌سازی کیک می‌باشد.

منابع

Alibas, I. 2007. Microwave, air and combined microwave–air-drying parameters of pumpkin slices. *LWT-Food Science and Technology*, 40(8), 1445-1451.

Ashwini Sopan, B., Vasantrao, D.N., Ajit, S.B. 2014. Total phenolic content and antioxidant potential of cucurbita maxima (*pumpkin*) powder. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 5(5), 1903-1907.

Bhat, M.A., Bhat, A. 2013. Study on physico-chemical characteristics of pumpkin blended cake. *Journal of Food Processing & Technology*, 4(9), 4-9.

Doymaz, I. 2007. The kinetics of forced convective air-drying of pumpkin slices. *Journal of Food Engineering*, 79(1), 243-248.

El-Demery, M.E., 2011. Evaluation of physico-chemical properties of toast bread fortified with pumpkin (Cucurbita moschata) flour, *T*he 6th Arab and 3rd International Annual Scientific Conference on Development of Higher Specific Education Programs in Egypt and the Arab World in the Light of Knowledge Era Requirements, Faculty of Specific Education, Mansoura University, Mansoura, Egypt, pp. 13-14.

Hosseini Ghaboos, S.H., Seyedain Ardabili, S.M., Kashaninejad, M., Asadi, G., Aalami, M. 2016. Combined infrared-vacuum drying of pumpkin slices. *Journal of food science and technology*, 53(5), 2380-2388.

Hosseini, Z., (2006). *Common Methods in Food Analysis*. Shiraz University Pub.
Kulaitiene, J., Danilcenko, H., Jariene, E., Jukneviciene, E., Jukneviciene, E. 2014. Pumpkin fruit flour as a source for food enrichment in dietary fiber. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 42(1), 19.
Lee, C.-H., Cho, J.-K., Lee, S.J., Koh, W., Park, W., Kim, C.-H. 2002. Enhancing β-carotene content in Asian noodles by adding pumpkin powder. *Cereal Chemistry*, 79(4), 593-595.
Mäkinen, O.E., Arendt, E.K. 2012. Oat malt as a baking ingredient–A comparative study of the impact of oat, barley and wheat malts on bread and dough properties. *Journal of cereal science*, 56(3), 747-753.
Michalska, A., Amigo-Benavent, M., Zielinski, H., del Castillo, M.D. 2008. Effect of bread making on formation of Maillard reaction products contributing to the overall antioxidant activity of rye bread. *Journal of cereal science*, 48(1), 123-132.
Owens, G., (2001). *Cereals processing technology*. CRC Press, *Cambridge*, England.
Pongjanta, J., Naulbunrang, A., Kawngdang, S., Manon, T., Thepjaikat, T. 2006. Utilization of pumpkin powder in bakery products. *Songklanakarin J. Sci. Techno*l, 28(1), 71-79.
Provesi, J.G., Dias, C.O., Amante, E.R. 2011. Changes in carotenoids during processing and storage of pumpkin puree. *Food Chemistry*, 128(1), 195-202.
Rakcejeva, T., Galoburda, R., Cude, L., Strautniece, E. 2011. Use of dried pumpkins in wheat bread production. *Procedia Food Science*, 1, 441-447.
Ravi, U., Menon, L., Anupama, M. 2010. Formulation and quality assessment of instant dhokla mix with incorporation of pumpkin flour. *J. Sci. Ind. Res*, 69, 956-960.
Saeleaw, M., Schleining, G., 2011. Composition, physicochemical and morphological characterization of pumpkin flour, *Proceeding of the 11th International Congress on Engineering and Food*, pp. 10-13.
Salehi, F., Kashaninejad, M. 2014. Effect of Different Drying Methods on Rheological and Textural Properties of Balangu Seed Gum. *Drying Technology*, 32(6), 720-727.
Salehi, F., Kashaninejad, M., Asadi, F., Najafi, A. 2016. Improvement of quality attributes of sponge cake using infrared dried button mushroom. *Journal of food science and technology*, 53(3), 1418-1423.
Somoza, V., Wenzel, E., Lindenmeier, M., Grothe, D., Erbersdobler, H.F., Hofmann, T. 2005. Influence of feeding malt, bread crust, and a pronylated protein on the activity of chemopreventive enzymes and antioxidative defense parameters in vivo. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(21), 8176-8182.
Terazawa, Y., Ito, K., Masuda, R., Yoshida, K. 2001. Changes in carbohydrate composition in pumpkins (*Cucurbita maxima*)(*kabocha*) during fruit growth. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science* (*Japan*), 70(5), 656-658.
Vasantha Rupasinghe, H., Wang, L., Pitts, N.L., Astatkie, T. 2009. Baking and sensory characteristics of muffins incorporated with apple skin powder. *Journal of Food Quality*, 32(6), 685-694.
Yee, N.K., Hamzah, Y. 2012. Physicochemical properties of instant pumpkin javanese noodle gravy. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 23(2), 199.

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 14, No. 4, Oct- Nov 2018, p. 451-460

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 14، شماره 4، مهر- آبان 1397، ص. 460-451

Effect of Pumpkin Powder and Malt on Physicochemical, Textural and Sensory Properties of Sponge Cake

S. Jalali[2], H. Jalali[2], S. H. Hosseini Ghaboos[3]*

Received: 2016.12.09
Accepted: 2017.06.24

Introduction: Cakes by appropriate organoleptic characteristics are considered the most commonly used flour products all over the world. According to the role of dietary fiber on health and its ability to prevent some types of cancer and diabetes, fans of high-fiber foods is increasing. Pumpkin is a good source of carotene, water-soluble vitamins and amino acids. Pumpkin can be converted to powder with longer shelf-life. Pumpkin flour is used because of its highly-desirable flavor, sweetness and deep yellow orange –red color. In this study, kinetic modeling of pumpkin drying in an infrared-hot air dryer was investigated. Malting is a result of biochemical processes that includes steeping, germination and kilning of cereal in controlled environment in which hydrolytic enzymes are synthesized and cell wall, protein and starch of endosperm are largely digested. The aim of this study was to determine the physico-chemical, textural and sensory properties of sponge cake supplemented with four different levels (0, 10, 20 and 30 %) of pumpkin and malt powder

Materials and methods: Fresh pumpkins (*Cucurbita moschata*) were obtained from local market. Slices of pumpkin with 5 mm thickness were prepared with the aid of a steel cutter and were immediately placed into the dryer. The pumpkin slices were dried in a hot air dryer (65°C). The effect of pumpkin and malt powder replacement with wheat flour on physicochemical and sensory properties of sponge cake including pH, fat, protein, moisture, ash, fiber, β-carotene, mineral, carbohydrate, texture and color were evaluated. The ingredients used in the sponge cakes formulation were cake wheat flour, sucrose, sunflower oil, fresh eggs, whey, baking powder, vanilla, water and nonfat milk powder. In this study pumpkin and malt powders at four levels of 0, 10, 20 and 30 % as wheat flour replacer were used. For each cake, 40 g of cake batter was poured into a cake pan and baked at 180-200°C for 20-25 min in an oven. Cakes were then allowed to cool for 40 min, and removed from the pans. The cooled cakes were packed in polypropylene bags at room temperature before performing physico-chemical and sensory evaluation s. Moisture content of the samples was determined in an oven at 105°C for 4 h (AOAC, method no. 934.06). For measuring β – Carotene content 1 gram of cake was dried and then crushed in 10-15 ml of acetone with the help of pestle and mortar and few crystals of anhydrous sodium sulphate were added. The supernatant was decanted into a beaker. The process was repeated twice and combined supernatant was transferred to a separating funnel, then 10-15 ml of petroleum ether was added and mixed thoroughly. Two layers separated out on standing. The lower layer was discarded and upper layer was collected in 100 ml volumetric flask. The volume was made to 100 ml with petroleum ether and optical density was recorded at 452 nm using petroleum ether as blank. The crumb color determinations of cake samples from the midsection of the cakes was measured with HP Scanner (Hp Scanjet G3110). L^* (lightness/darkness that ranges from 0 to 100), a^*(redness/greenness ranges from -120 to 120) and b^* (yellowness/blueness ranges from -120 to 120) were measured. In this study, the image analyses of sponge cakes were performed using Image J software version 1.42e, USA. The texture analysis of sponge cake samples (2.5 × 2.5 × 2.5 cm) from the midsection of the cakes was performed using a texture analyzer (TA-XT Plus, Stable Micro Systems Ltd., Surrey, UK) and a test speed of 1.0 mm s^{-1}. The crust of cake samples was removed in cake texture determination. The textural properties were determined using Texture Expert 1.05 software (Stable Microsystems). Each measurement was conducted in triplicate, except for the sensory evaluation (n=16). The experimental data were subjected to

1 and 2. Graduated MSc Student and Assistant Professor, Department of Food Science and Engineering, Damghan Branch, Islamic Azad University, Damghan, Iran.
3. Assistant Professor, Department of Food Science and Engineering, Azadshahr Branch, Islamic Azad University, Azadshahr , Iran.
(* Corresponding author's email: Hosseinighaboos@yahoo.com)

analysis of variance (ANOVA) for a completely random design using SPSS 19 and Excel 2010. Duncan's multiple range tests were used to determine the difference among means at the level of 0.05.

Results & Discussion: The results showed no significant differences between treatment on fat, protein and pH. With increasing of pumpkin and malt powder in sponge cake formulation, significant difference was observed between the fiber contents of cakes. Fiber contentof all treatments was in the range of 0.28-1.13. Redness (a*) and yellowness (b*) indexes of cakes were increased but lightness (L*) index was decreased. Significant difference ($P<0.05$) was observed between moisture, ash and carbohydrate content. Texture of sponge cake became softer when the percentage of pumpkin and malt powder in the formulation increased. With increasing in pumpkin and malt powder significant difference was observed between the β-carotene contents of cakes and β-carotene content was between 0.40-1.98 mg/100 gr. With increasing of pumpkin and malt powder in the formulation of sponge cake, significant difference was observed between the calcium and iron content of cakes and sample calcium and iron contents were in the range of 500-700 mg/100 gr and 40.75-59.70 mg/100 gr, respectively. With increasing of pumpkin and malt powder significant difference was observed between the textural properties of cakes. Sensory evaluation of all treatments showed that manufacturing sponge cake with 10 % of pumpkin and malt powder is the best cake formulation.

Keywords: β-carotene, Color, Physicochemical properties, Sensory evaluation, Texture.